

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. Juli 2002 (11.07.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/054502 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 33/00**

[AT/AT]; Eisenstädterstrasse 20, A-8380 Jennersdorf (AT). **LITEC GBR** [DE/DE]; Brandteichstrasse 19, 17489 Greifswald (DE). **LEUCHTSTOFFWERK BREITUNGEN GMBH** [DE/DE]; Lange Sömme 17, 98597 Breitungen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/AT01/00364**

(72) Erfinder; und.

(22) Internationales Anmeldedatum:

19. November 2001 (19.11.2001)

(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): TASCH, Stefan** [AT/AT]; Angerstrasse 33, A-8380 Jennersdorf (AT). **PACHLER, Peter** [AT/AT]; Grazbachgasse 25/3/10, A-8010 Graz (AT). **ROTH, Gundula** [DE/DE]; Dorfstrasse 13a, 17498 Levenhagen (DE). **TEWS, Walter** [DE/DE]; Rudolf-Petershagen-Allee 12, 17489 Greifswald (DE). **KEMPFERT, Wolfgang** [DE/DE]; Marienthaler Weg 5, 36448 Bad Liebenstein (DE). **STARICK, Detlef** [DE/DE]; Mühlweg 7, 36448 Bad Liebenstein (DE).

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

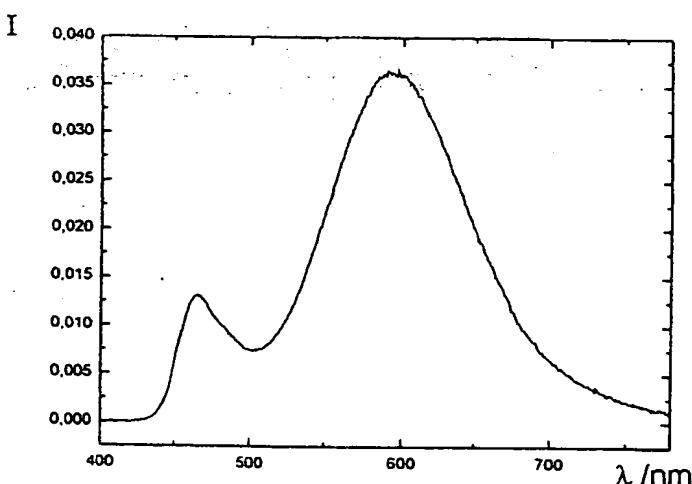
(30) Angaben zur Priorität:

A 2154/2000 28. Dezember 2000 (28.12.2000) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **TRIDONIC OPTOELECTRONICS GMBH**

(54) Title: LIGHT SOURCE COMPRISING A LIGHT-EMITTING ELEMENT

(54) Bezeichnung: LICHTQUELLE MIT EINEM LICHTEMITTIERENDEN ELEMENT



(57) Abstract: The invention relates to a light source comprising a light-emitting element, which emits light in a first spectral region, and comprising a luminophore, which comes from the group of alkaline-earth orthosilicates and which absorbs a portion of the light emitted by the light source and emits light in another spectral region. According to the invention, the luminophore is an alkaline-earth orthosilicate, which is activated with bivalent europium and whose composition consists of:  $(2-x-y)SrO \cdot x(Ba, Ca)O \cdot (1-a-b-c-d)SiO_2 \cdot aP_2O_5 \cdot bAl_2O_3 \cdot cB_2O_3 \cdot dGeO_2$ ;  $y Eu^{2+}$  and/or  $(2-x-y)BaO \cdot x(Sr, Ca)O \cdot (1-a-b-c-d)SiO_2 \cdot aP_2O_5 \cdot bAl_2O_3 \cdot cB_2O_3 \cdot dGeO_2$ ;  $y Eu^{2+}$ . The desired color (color temperature) can be easily adjusted by using a luminophore of the aforementioned type. The light source can contain an additional luminophore selected from the group of alkaline-earth aluminates, activated with bivalent europium and/or manganese, and/or

can contain an additional red-emitting luminophore selected from the group  $Y(V, P, Si)O_4:Eu$  or can contain alkaline-earth magnesium disilicate.

**WO 02/054502 A1**

(57) Zusammenfassung: Lichtquelle mit einem lichtemittierenden Element, das in einem ersten Spektralbereich emittiert, und mit einem Luminophor, der aus der Gruppe der Erdalkaliorthosilikate stammt und der einen Teil der Emission der Lichtquelle absorbiert und in einem anderen Spektralbereich emittiert. Erfundungsgemäß ist der Luminophor ein mit zweiwertigem Europium aktiviertes Erdalkaliorthosilikat der Zusammensetzung:  $(2-x-y)SrO \cdot x(Ba, Ca)O \cdot (1-a-b-c-d)SiO_2 \cdot aP_2O_5 \cdot bAl_2O_3 \cdot cB_2O_3 \cdot dGeO_2$ ;  $y Eu^{2+}$  und/oder  $(2-x-y)BaO \cdot x(Sr, Ca)O \cdot (1-a-b-c-d)SiO_2 \cdot aP_2O_5 \cdot bAl_2O_3 \cdot cB_2O_3 \cdot dGeO_2$ ;  $y Eu^{2+}$ . Mit solch einem Luminophor lässt sich die gewünschte Farbe (Farbtemperatur) sehr gut einstellen. Die Lichtquelle kann einen zusätzlichen Luminophor aus der Gruppe der Erdalkalialuminate, aktiviert mit zweiwertigem Europium und/oder Mangan, und/oder einen weiteren zusätzlichen rotemittierenden Luminophor aus der Gruppe  $Y(V, P, Si)O_4:Eu$  oder Erdalkali-Magnesium-disilikat enthalten.



(74) Anwälte: MÜLLNER, Erwin usw.; Weihburggasse 9,  
A-1010 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,  
SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,  
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),  
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.*

- 1 -

## "Lichtquelle mit einem lichtemittierenden Element"

### TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtquelle mit einem Licht emittierenden Element, das in einem ersten Spektralbereich, vorzugsweise im blauen und/oder ultravioletten Bereich des optischen Spektrums, emittiert, und mit einem Luminophor, der entweder aus der Gruppe der Erdalkaliorthosilikate stammt oder zumindest einen Anteil aus dieser Leuchtstoffgruppe enthält und der einen Teil der Emission des Licht emittierenden Elements absorbiert und in einem anderen Spektralbereich, vorzugsweise im gelb-grünen, gelben oder orangefarbigen Bereich, emittiert. Der ausgewählte Luminophor kann auch in Mischungen mit anderen Luminophoren dieser Gruppe und/oder mit weiteren Leuchtstoffen, die nicht zu dieser Gruppe gehören, eingesetzt werden.

Das Licht emittierende Element ist vorzugsweise eine anorganische LED, es kann aber auch eine organische LED, eine Laserdiode, eine anorganische Dickschichtelektrolumineszenzfolie oder ein anorganisches Dünnenschichtelektrolumineszenzbaulement sein.

### 20 STAND DER TECHNIK

Anorganische LEDs zeichnen sich unter anderem durch hohe Lebensdauer, geringen Platzbedarf, Erschütterungsunempfindlichkeit und spektral engbandige Emission aus. Zahlreiche Emissionsfarben – speziell spektral breitbandige – können mittels der intrinsischen Emission eines aktiven Halbleitermaterials in LEDs nicht oder nur ineffizient realisiert werden. Vor allem trifft dies auf die Erzeugung von weißem Licht zu.

- 2 -

Gemäß dem Stand der Technik werden Emissionsfarben, welche mit dem Halbleiter intrinsisch nicht realisiert werden können, mittels Farbkonversion erzeugt.

Im Wesentlichen basiert die Technik der Farbkonversion auf dem Prinzip, dass zumindest ein Luminophor über dem LED-Die angeordnet wird. Dieser absorbiert einen Teil der vom Die emittierten Strahlung und wird dabei zur Photolumineszenz angeregt. Die Emissions- bzw. Lichtfarbe der Quelle ergibt sich dann aus der Mischung der transmittierten Strahlung des Die und der emittierten Strahlung des Leuchtstoffes.

Als Luminophore können grundsätzlich sowohl organische als auch anorganische Systeme eingesetzt werden. Der wesentliche Vorteil anorganischer Pigmente liegt in der höheren chemischen, Temperatur- und Strahlungsstabilität im Vergleich zu organischen Systemen. Im Zusammenhang mit der hohen Lebensdauer der anorganischen LEDs sichern langlebige anorganische Luminophore eine hohe Farbstabilität der aus beiden Komponenten bestehenden Lichtquelle.

Soll die von blau emittierenden LEDs ausgesendete Strahlung in weißes Licht konvertiert werden, werden Leuchtstoffe benötigt, die das blaue Licht (450-490 nm) wirkungsvoll absorbieren und mit hoher Effizienz in größtenteils gelbe Lumineszenzstrahlung umwandeln. Allerdings gibt es nur eine geringe Anzahl anorganischer Luminophore, die diese Anforderungen erfüllen. Derzeit werden zumeist Materialien aus der YAG-Leuchtstoffklasse als Farbkonversionspigmente für blaue LEDs eingesetzt (WO 98/05078; WO 98/05078; WO 98/12757). Diese weisen allerdings den Nachteil auf, dass sie nur bei einem Emissionsmaximum kleiner als 560 nm eine genügend hohe Effizienz besitzen. Aus diesem Grund können mit den YAG-Pigmenten in Kombination mit blauen Dioden (450-490nm) nur kalt-weiße Lichtfarben mit Farbtemperaturen zwischen 6000 und 8000 K und mit vergleichsweise niedriger Farbwiedergabe (typische Werte für den Farbwiedergabeindex Ra liegen zwischen 70 und 75) realisiert werden. Daraus ergeben sich stark eingeschränkte Anwendungsmöglichkeiten. Zum einen werden bei der Anwendung von

- 3 -

Weißlichtquellen in der Allgemeinbeleuchtung in der Regel höhere Anforderungen an die Farbwiedergabequalität der Leuchtmittel gestellt, und zum anderen werden von den Konsumenten vor allem in Europa und in Nordamerika wärmere Lichtfarben

- 5 mit Farbtemperaturen zwischen 2700 und 5000 K bevorzugt.

Aus der WO 00/33389 ist weiterhin bekannt, u.a.  $\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$  als Luminophor zur Konvertierung des Lichtes blauer LEDs zu verwenden. Das Maximum der Emission des Leuchtstoffes

$\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$  liegt aber bei 505 nm, so dass mit einer solchen

- 10 Kombination mit Sicherheit kein weißes Licht erzeugt werden kann.

In der Arbeit von S.H.M. Poort et al: "Optical properties of  $\text{Eu}^{2+}$ -activated orthosilicates and orthophosphates", Journal of Alloys and Compounds 260 (1997), S 93-97 werden die Eigenschaften von Eu-aktiviertem  $\text{Ba}_2\text{SiO}_4$  sowie von Phosphaten wie  $\text{KBaPO}_4$  und  $\text{KSrPO}_4$  untersucht. Auch hier wird festgestellt, dass die Emission von  $\text{Ba}_2\text{SiO}_4$  bei etwa 505 nm liegt.

Die vorliegende Erfindung ist eine Weiterentwicklung der oben beschriebenen Techniken, um ein weißes Licht mit hoher Farbwiedergabequalität zu erzeugen.

20

### OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lichtquelle

der eingangs genannten Art so abzuändern, dass mit ihr bei gleichzeitig hoher Lichtausbeute und hoher Farbwiedergabequalität Weißlichtfarben mit wärmeren Farbtemperaturen erzeugt werden können, insbesondere diejenigen Farborte, die innerhalb der von der CIE für die Allgemeinbeleuchtung festgelegten Toleranzellipsen liegen.

30. Diese Aufgabe wird durch eine Lichtquelle der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Luminophor ein mit zweiwertigem Europium aktiviertes Erdalkali-orthosilikat der Zusammensetzung:

35  $(2-x-y)\text{SrO} \cdot x(\text{Ba}_u, \text{Ca}_v)\text{O} \cdot (1-a-b-c-d)\text{SiO}_2 \cdot a\text{P}_2\text{O}_5 \cdot b\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot c\text{B}_2\text{O}_3 \cdot d\text{GeO}_2: y \text{Eu}^{2+}$ ,

- 4 -

wobei

$$0 \leq x < 1,6$$

$$0,005 < y < 0,5$$

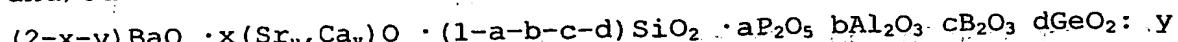
$$x + y \leq 1,6$$

5     $0 \leq a, b, c, d < 0,5$

$$u + v = 1$$

gilt,

und/oder ein Erdalkaliorthosilikat der Zusammensetzung:



10     $Eu^{2+}$ ,

wobei  $0,01 < x < 1,6$

$$0,005 < y < 0,5$$

$$0 \leq a, b, c, d < 0,5$$

$$u + v = 1$$

15     $x + u \geq 0,4$

gilt, ist,

wobei vorzugsweise zumindest einer der Werte a, b, c und d größer als 0,01 ist. Es kann dabei in beiden Formeln ein Teil des Siliciums durch Gallium ersetzt sein.

20    Überraschenderweise wurde gefunden, dass weißes Licht mit guter Farbwiedergabe und hoher Lichtausbeute durch Kombination einer blauen LED mit einem Luminophor, ausgewählt aus der Gruppe der erfindungsgemäßen europiumaktivierten Erdalkaliorthosilikate oben genannter Zusammensetzung, realisiert werden kann. Im Gegensatz zu Luminophoren, die auf reinen Bariumorthosilikaten basieren und bläulich-grünes Licht aussstrahlen, kann nämlich durch Barium-Strontium-Orthosilikat-Mischkristalle gelb-grünes, gelbes bis gelb-orangefarbenes und durch Einbau von Calcium in das Orthosilikatgitter sogar vollständig orangefarbenes Lumineszenzlicht erzeugt werden, so dass dann durch Mischung des transmittierten Lichtes der blauen LED und des emittierten Lumineszenzlichtes des ausgewählten Luminophors weißes Licht hoher Farbwiedergabe und hoher Effizienz generiert werden kann. Die Verschiebung der Emissionsfarbe durch Substitution von Ba durch Sr in Orthosi-

35

- 5 -

likaten war bisher nur für die Anregung mit harter UV-Strahlung (254nm-Anregung), aus der oben genannten Arbeit von Poort et al. bekannt; dass dieser Effekt überraschender Weise verstärkt bei der Bestrahlung mit blauem Licht im Bereich von

5. 440-475 nm auftritt, wurde dagegen noch nicht beschrieben. Ba-Sr-Ca-Orthosilikatmischkristalle und ihr starkes Emissionsvermögen bei Anregung mit langwelliger UV-Strahlung oder blauem Licht waren bisher gänzlich unbekannt.

Der ausgewählte Luminophor kann auch in Mischungen mit anderen Luminophoren dieser Gruppe und/oder mit zusätzlichen Leuchtstoffen, die nicht zu dieser Gruppe gehören, eingesetzt werden. Zu den letztgenannten Leuchtstoffen gehören z.B. blau emittierende Erdalkalialuminate, aktiviert mit zweiwertigem Europium und/oder Mangan, sowie die rot emittierenden Luminophore aus der Gruppe  $Y(V, P, Si)O_4 : Eu, Bi$ ,  $Y_2O_2S : Eu, Bi$  oder aber europium- und manganaktivierte Erdalkali-Magnesium-disilikate  $: Eu^{2+}, Mn^{2+}$  der Formel  $Me_{(3-x-y)}MgSi_2O_8 : xEu, yMn$ ,

mit  
20  $0,005 < x < 0,5$   
 $0,005 < y < 0,5$

und  $Me = Ba$  und/oder  $Sr$  und/oder  $Ca$ .

Wie in den unten angeführten Ausführungsbeispielen gezeigt wird, darf der Sr-Anteil in den erfindungsgemäßen Mischkristall-Luminophoren nicht zu gering sein, um weißes Licht generieren zu können.

Überraschender Weise wurde weiters gefunden, dass der zusätzliche Einbau von  $P_2O_5$ ,  $Al_2O_3$  und/oder  $B_2O_3$  in das Orthosilikatgitter sowie die Substitution eines Teils des Siliciums durch Germanium ebenfalls einen beträchtlichen Einfluss auf das Emissionsspektrum des jeweiligen Luminophors haben, so dass dieses für den jeweiligen Anwendungsfall in vorteilhafter Weise weiter variiert werden kann. Dabei bewirken kleinere Ionen als  $Si(IV)$  im Allgemeinen eine Verschiebung des Emissionsmaximum in den längerwelligen Bereich, während größere Ionen den Emissionsschwerpunkt zu kürzeren Wellenlängen

- 6 -

verschieben. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass es für die Kristallinität, das Emissionsvermögen und insbesondere für die Stabilität der erfindungsgemäßen Luminophore vorteilhaft sein kann, wenn zusätzlich geringe Mengen einwertiger Ionen wie z.B. Halogenide und/oder Alkalimetallionen in das Luminophorgitter eingebaut werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Lichtquelle zumindest zwei verschiedene Luminophore auf; wobei zumindest einer ein Erdalkaliorthosilikatleuchtstoff ist. Auf diese Weise lässt sich der für die jeweilige Anwendung geforderte Weißton besonders genau einstellen und es lassen sich insbesondere Ra-Werte größer 80 erreichen. Eine weitere vorteilhafte Variante der Erfindung besteht in der Kombination einer im ultravioletten Bereich des Spektrums, beispielsweise im Bereich zwischen 370 und 390 nm, emittierenden LED mit zumindest drei Leuchtstoffen, von denen zumindest einer ein erfindungsgemäßer Erdalkaliorthosilikatleuchtstoff ist. Als zusätzliche Leuchtstoffe können in den entsprechenden Leuchtstoffmischungen blau emittierende Erdalkalialuminate, aktiviert mit Europium und/oder Mangan und/oder rot emittierende Luminophore aus der Gruppe  $Y(V,P, Si)O_4: Eu, Bi$ ,  $Y_2O_2S: Eu, Bi$  oder aber aus der Gruppe der europium- und manganaktivierten Erdalkali-Magnesiumdisilikate eingesetzt werden.

Für die mechanische Ausführung der erfindungsgemäßen Lichtquelle gibt es mehrere Möglichkeiten. Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass ein oder mehrere LED-Chips auf einer Leiterplatte innerhalb eines Reflektors angeordnet sind und der Luminophor in einer Lichtscheibe, die über dem Reflektor angeordnet ist, dispergiert ist.

Es ist aber auch möglich, dass ein oder mehrere LED-Chips auf einer Leiterplatte innerhalb eines Reflektors angeordnet sind und der Luminophor auf dem Reflektor aufgebracht ist.

Vorzugsweise sind die LED-Chips mit einer transparenten Vergussmasse, die kuppelartige Form besitzt, vergossen. Diese Vergussmasse bildet einerseits einen mechanischen Schutz, an-

- 7 -

dererseits verbessert sie auch die optischen Eigenschaften (besserer Austritt des Lichts aus den LED-Dice).

Der Luminophor kann auch in einer Vergussmasse dispergiert sein, die eine Anordnung von LED-Chips auf einer Leiterplatte und eine Polymerlinse möglichst ohne Gaseinschlüsse verbindet, wobei die Polymerlinse und die Vergussmasse Brechungsin-  
5 dizes aufweisen, die sich maximal um 0,1 unterscheiden. Diese Vergussmasse kann direkt die LED-Dice einschließen, es ist aber auch möglich, dass diese mit einer transparenten Ver-  
10 gossen sind (dann gibt es also eine transparente Vergussmasse und eine Vergussmasse mit dem Luminophor). Durch die ähnlichen Brechungsin- dizes gibt es an den Grenzflächen kaum Verluste durch Reflexion.

Vorzugsweise weist die Polymerlinse eine kugel- bzw. el-  
15 lipsoidförmige Ausnehmung auf, welche durch die Vergussmasse ausgefüllt ist, sodass das LED-Array in geringem Abstand zur Polymerlinse befestigt ist. Auf diese Weise kann die Höhe des mechanischen Aufbaus verringert werden.

Um eine gleichmäßige Verteilung des Luminophors zu errei-  
20 chen, ist es zweckmäßig, wenn der Luminophor in einer vor- zugsweise anorganischen Matrix aufgeschlämmt ist.

Bei Verwendung von zumindest zwei Luminophoren ist es güns-  
tig, wenn die zumindest zwei Luminophore einzeln in Matrizen  
dispergiert sind, die in Lichtausbreitung hintereinander ange-  
25 ordnet sind. Dadurch kann die Konzentration der Luminophore im Vergleich zu einer einheitlichen Dispersion der verschiedenen Luminophore reduziert werden.

Nachfolgend sind die wesentlichen Schritte zur Herstellung der Luminophore in einer bevorzugten Variante der Erfindung  
30 dargestellt:

Für die Herstellung der Erdalkaliorthosilikat-Luminophore werden entsprechend der gewählten Zusammensetzung die stöchiometrischen Mengen der Ausgangsstoffe Erdalkalcarbonat, Siliciumdioxid sowie Europiumoxid innig gemischt und in einer  
35 für die Leuchtstoffherstellung üblichen Festkörperreaktion in reduzierender Atmosphäre bei Temperaturen zwischen 1100°C und

- 8 -

1400°C in den gewünschten Luminophor umgewandelt. Dabei ist es für die Kristallinität von Vorteil, der Reaktionsmischung kleine Anteile, vorzugsweise kleiner als 0,2 Mol, Ammoniumchlorid oder andere Halogenide zuzugeben. Im Sinne der aufgezeigten Erfahrung kann auch ein Teil des Siliciums durch Germanium, Bor, Aluminium, Phosphor ersetzt werden, was durch Zugabe entsprechender Mengen von Verbindungen der genannten Elemente, die sich thermisch in Oxide zersetzen lassen, realisiert wird. In ähnlicher Weise kann erreicht werden, dass geringe Mengen von Alkalimetallionen in das jeweilige Gitter eingebaut werden.

Die erhaltenen erfindungsgemäßen Orthosilikatluminophore emittieren bei Wellenlängen zwischen etwa 510 nm und 600 nm und besitzen eine Halbwertsbreite bis zu 110 nm.

Durch entsprechende Gestaltung der Reaktionsparameter und durch bestimmte Zusätze, z.B. von einwertigen Halogenid- und/oder Alkalimetallionen, kann die Korngrößenverteilung der erfindungsgemäßen Luminophore an die Anforderungen der jeweiligen Anwendung optimal angepasst werden, ohne dass schädigende mechanische Zerkleinerungsprozesse durchgeführt werden müssen. Auf diese Weise lassen sich alle schmal- und breitbandigen Korngrößenverteilungen mit mittleren Korngrößen  $d_{50}$  von etwa 2 µm bis 20 µm einstellen.

25

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Weitere Vorteile der Erfahrung werden im Folgenden anhand 30 von Ausführungsbeispielen und Figuren erläutert.

Fig. 1-6 zeigen Spektren (relative Intensität I abhängig von der Wellenlänge) verschiedener erfindungsgemäßer LED-Lichtquellen; und die Fig. 7-10 zeigen verschiedene Ausführungsformen erfindungsgemäßer LED-Lichtquellen.

35

## BESTE AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

- 5 Fig. 1 zeigt das Emissionsspektrum einer weißen LED mit einer Farbtemperatur von 2700 K, die durch Kombination einer in einem ersten Spektralbereich mit einer Schwerpunktswellenlänge von 464 nm emittierenden blauen LED und einem erfindungsgemäßen Luminophor der Zusammensetzung  
 10  $(Sr_{1,4}Ca_{0,6}SiO_4:Eu^{2+})$ , der in einem zweiten Spektralbereich mit einem Maximum von 596 nm emittiert, entstanden ist.

Weitere Beispiele für die Kombination einer bei 464 nm emittierenden LED mit jeweils einem der erfindungsgemäßen Othosilikatluminophore sind in den Fig. 2 und 3 dargestellt.  
 15 Wird ein gelb emittierender Luminophor der Zusammensetzung  $Sr_{1,90}Ba_{0,08}Ca_{0,02}SiO_4:Eu^{2+}$  zur Farbkonvertierung verwendet, kann eine Weißlichtfarbe mit einer Farbtemperatur von 4100 K eingestellt werden, während bei der Verwendung des Luminophors  $Sr_{1,84}Ba_{0,16}SiO_4:Eu^{2+}$  beispielsweise eine Weißlichtquelle mit einer Farbtemperatur von 6500 K gefertigt werden kann.

Ein typisches Spektrum für die Kombination einer 464 nm - LED mit zwei erfindungsgemäßen Orthosilikatluminophoren zeigt Fig. 4. Die verwendeten Leuchtstoffe weisen die Zusammensetzungen  $Sr_{1,4}Ca_{0,6}SiO_4:Eu^{2+}$  und  $Sr_{1,00}Ba_{1,00}SiO_4:Eu^{2+}$  auf. Für das in der Abbildung 4 dargestellte konkrete Spektrum werden eine Farbtemperatur von 5088K und ein Farbwiedergabeindex Ra von 82 erhalten. Allerdings können in Abhängigkeit von den gewählten Mengenverhältnissen der Luminophore alle Farbtemperaturen im Bereich zwischen etwa 3500 K und 7500 K realisiert werden, wobei der große Vorteil derartiger Mischungen aus zwei erfindungsgemäßen Erdalkaliorthosilikat-Luminophoren vor allem darin besteht, dass zugleich Ra-Werte größer 80 erreicht werden können.

Das wird in der Fig. 5 beispielhaft dokumentiert. Das dargestellte Spektrum steht für die Kombination einer 464 nm - LED mit einer Mischung aus den zwei Luminophoren

- 10 -

$\text{Sr}_{1,6}\text{Ca}_{0,4}\text{Si}_{0,98}\text{Ga}_{0,02}\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$  und  $\text{Sr}_{1,10}\text{Ba}_{0,90}\text{SiO}_4:\text{Eu}^2$  und liefert bei einer Farbtemperatur von 5000K einen Ra-Werte von 82.

Wird als strahlungsemittierendes Element eine UV-LED verwendet, die in einem ersten Spektralbereich mit einem Maximum von 370-390nm emittiert, dann lassen sich durch Kombination einer solchen LED mit einer Leuchtstoffmischung, die die erfundungsgemäßen Luminophore von Fig. 4 und zugleich einen bestimmten Anteil eines blau-grün emittierenden Barium-Magnesium-Aluminatleuchtstoff:Eu,Mn enthält, Ra-Werte größer 90 realisieren. Die Fig. 6 zeigt das Emissionsspektrum einer entsprechenden Weißlichtquelle, die bei einer Farbtemperatur von 6500K einen Ra von 91 aufweist.

Weitere Beispiele sind der folgenden Aufstellung zu entnehmen. Dabei wurden neben der Emissionswellenlänge der verwendeten anorganischen LED und der jeweiligen Zusammensetzung der erfundungsgemäßen Luminophore die resultierenden Farbtemperaturen und Ra-Werte sowie die Färborte der Lichtquellen angegeben:

$T = 2778 \text{ K } (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1,4}\text{Ca}_{0,6}\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}) ; \quad x = 0,4619, y = 0,4247, \text{Ra} = 72$

$T = 2950 \text{ K } (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1,4}\text{Ca}_{0,6}\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}) ; \quad x = 0,4380, y = 0,4004, \text{Ra} = 73$

$T = 3497 \text{ K } (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1,6}\text{Ba}_{0,4}\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}) ; \quad x = 0,4086, y = 0,3996, \text{Ra} = 74$

$T = 4183 \text{ K } (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1,9}\text{Ba}_{0,08}\text{Ca}_{0,02}\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}) ; \quad x = 0,3762, y = 0,3873, \text{Ra} = 75$

$T = 6624 \text{ K } (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1,9}\text{Ba}_{0,02}\text{Ca}_{0,08}\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}) ; \quad x = 0,3101, y = 0,3306, \text{Ra} = 76$

$T = 6385 \text{ K } (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1,6}\text{Ca}_{0,4}\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+} + \text{Sr}_{0,4}\text{Ba}_{1,6}\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}) ; \quad x = 0,3135, y = 0,3397, \text{Ra} = 82$

$T = 4216 \text{ K } (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1,9}\text{Ba}_{0,08}\text{Ca}_{0,02}\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}) ; \quad x = 0,3710, y = 0,3696, \text{Ra} = 82$

$T = 3954 \text{ K } (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1,6}\text{Ba}_{0,4}\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+} + \text{Sr}_{0,4}\text{Ba}_{1,6}\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+} + \text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}) ; \quad x = 0,3756, y = 0,3816, \text{Ra} = 84$

- 11 -

T = 6489 K (UV-LED + Sr<sub>1,6</sub>Ca<sub>0,4</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup> + Sr<sub>0,4</sub>Ba<sub>1,6</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup> + Barium-Magnesium-Aluminat: Eu<sup>2+</sup>); x = 0,3115, y = 0,3390, Ra = 86

T = 5097 K (464 nm + Sr<sub>1,6</sub>Ba<sub>0,4</sub>(Si<sub>0,98</sub>B<sub>0,02</sub>)O<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup> + Sr<sub>0,6</sub>Ba<sub>1,4</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup>); x = 0,3423, y = 0,3485, Ra = 82

T = 5084 K (UV-LED + Sr<sub>1,6</sub>Ca<sub>0,4</sub>(Si<sub>0,99</sub>B<sub>0,01</sub>)O<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup> + Sr<sub>0,6</sub>Ba<sub>1,4</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup> + Strontium-Magnesium-Aluminat: Eu<sup>2+</sup>); x = 0,3430, y = 0,3531, Ra = 83

T = 3369 K (464 nm + Sr<sub>1,4</sub>Ca<sub>0,6</sub>Si<sub>0,95</sub>Ge<sub>0,05</sub>O<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup>); x = 0,4134, y = 0,3959, Ra = 74

T = 2787 K (466 nm + Sr<sub>1,4</sub>Ca<sub>0,6</sub>Si<sub>0,98</sub>P<sub>0,02</sub>O<sub>4,01</sub>:Eu<sup>2+</sup>); x = 0,4630, y = 0,4280, Ra = 72

T = 2913 K (464 nm + Sr<sub>1,4</sub>Ca<sub>0,6</sub>Si<sub>0,98</sub>Al<sub>0,02</sub>O<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup>); x = 0,4425, y = 0,4050, Ra = 73

T = 4201 K

In einer bevorzugten Variante der Erfindung wird die Farbkonversion folgendermaßen durchgeführt:

Ein oder mehrere LED-Chips 1 (siehe Fig. 7) werden auf einer Leiterplatte 2 assembliert. Direkt über den LEDs wird (einerseits zum Schutz der LED-Chips und andererseits um das im LED-Chip erzeugte Licht besser auskoppeln zu können) ein Einkapselmittel 3 in der Form einer Halbkugel oder eines Halbellipsoids angeordnet. Dieses Verkapselmittel 3 kann entweder jeden Die einzeln umfassen, oder es kann eine gemeinsame Form für alle LEDs darstellen. Die derart bestückte Leiterplatte 2 wird in einen Reflektor 4 eingesetzt bzw. dieser wird über die LED-Chips 1 gestülpt.

Auf den Reflektor 4 wird eine Lichtscheibe 5 gesetzt. Diese dient einerseits dem Schutz der Anordnung, andererseits werden in diese Lichtscheibe die Luminophore 6 eingemischt. Das blaue Licht (oder die ultraviolette Strahlung), das durch die Lichtscheibe 5 hindurchtritt, wird beim Durchgang anteilig durch den Luminophor 6 in einen zweiten Spektralbereich konvertiert, so dass sich insgesamt ein weißer Farbeindruck ergibt. Verluste durch waveguiding-Effekte, wie diese bei planparallelen Platten auftreten, werden durch die opaken, streu-

- 12 -

enden Eigenschaften der Scheibe reduziert. Weiterhin sorgt der Reflektor 4 dafür, dass nur bereits vorgerichtetes Licht auf die Lichtscheibe 5 auftrifft, so dass Totalreflexionseffekte von vornherein reduziert werden.

5 Es ist auch möglich, den Luminophor 6 auf den Reflektor 4 aufzutragen, wie dies in Fig. 8 dargestellt ist. Es ist dann keine Lichtscheibe erforderlich.

Alternativ dazu kann über jedem LED-Chip 1 (siehe Fig. 9) ein Reflektor 4' aufgesetzt sein und dieser kuppelförmig aus-  
10 gegossen werden (Einkapselmittel 3') und eine Lichtscheibe 5 über jedem Reflektor 3' bzw. über der gesamten Anordnung angeordnet werden.

Für die Herstellung von Beleuchtungsquellen ist es zweckmäßig, anstelle von Einzel-LEDs LED-Arrays zu verwenden. In einer bevorzugten Variante der Erfindung wird die Farbkonversion auf einem LED-Array 1' (siehe Fig. 10), bei welchem die LED-Chips 1 direkt auf der Leiterplatte 2 assembledt werden, in folgender Form durchgeführt:

Ein LED-Array 1' (siehe Fig. 10) wird mittels einer Vergussmasse 3 (z.B. Epoxid) an eine transparente Polymerlinse 7, die aus einem anderen Material (z.B. PMMA) besteht, angeklebt. Das Material der Polymerlinse 7 und der Vergussmasse 3 werden derart ausgewählt, dass diese möglichst ähnliche Brechzahlen aufweisen – also phasenangepasst sind. Die Vergussmasse 3 befindet sich in einer maximal kugelförmigen oder ellipsoidförmigen Aushöhlung der Polymerlinse 7. Die Form der Aushöhlung ist insofern von Bedeutung, da in der Vergussmasse 3 das Farbkonversionsmaterial dispergiert ist, und daher durch die Formgebung sichergestellt werden kann, dass winkelunabhängige Emissionsfarben erzeugt werden. Alternativ dazu kann das Array zuerst mit einer transparenten Vergussmasse vergossen werden und anschließend mittels der Vergussmasse, die das Farbkonversionsmaterial beinhaltet, an die Polymerlinse geklebt werden.

35 Zur Herstellung weißer LEDs mit besonders guter Farbwiedergabe, bei denen zumindest zwei verschiedene Luminophore ein-

- 13 -

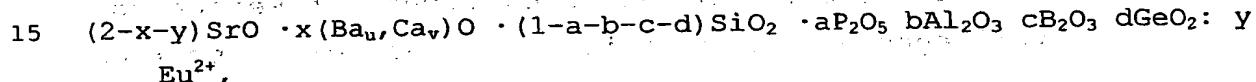
gesetzt werden, ist es günstig, diese nicht gemeinsam in einer Matrix zu dispergieren, sondern diese getrennt zu dispergieren und aufzubringen. Dies gilt speziell für Kombinationen, bei denen die endgültige Lichtfarbe durch einen mehrstufigen Farbkonversionsprozess erzeugt wird. D.h., dass die langwelligste Emissionsfarbe durch einen Emissionsprozess generiert wird, der wie folgt abläuft: Absorption der LED-Emission durch den ersten Luminophor - Emission des ersten Luminophors - Absorption der Emission des ersten Luminophors durch den zweiten Luminophor und Emission des zweiten Luminophors. Speziell für einen derartigen Prozess ist es zu bevorzugen, die einzelnen Materialien in Lichtausbreitungsrichtung hintereinander anzurichten, da damit die Konzentration der Materialien im Vergleich zu einer einheitlichen Dispersion der verschiedenen Materialien reduziert werden kann.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Beispiele eingeschränkt. Die Luminophore könnten auch in der Polymerlinse (oder einer anderen Optik) eingebracht sein. Es ist auch möglich, den Luminophor direkt über dem LED-Dice oder auf der Oberfläche der transparenten Vergussmasse anzurichten. Auch kann der Luminophor zusammen mit Streupartikeln in eine Matrix eingebracht werden. Dadurch wird ein Absinken in der Matrix verhindert und ein gleichmäßiger Lichtaustritt gewährleistet.

- 14 -

PATENTANSPRÜCHE:

1. Lichtquelle mit einem Licht emittierenden Element, das in einem ersten Spektralbereich, vorzugsweise im blauen und/oder ultravioletten Bereich des optischen Spektrums, emittiert, und mit einem Luminophor, der entweder aus der Gruppe der Erdalkaliorthosilikate stammt oder zumindest einen Anteil aus dieser Leuchtstoffgruppe enthält und der einen Teil der Emission des Licht emittierenden Elements absorbiert und in einem anderen Spektralbereich, vorzugsweise im gelb-grünen, gelben oder orangefarbigen Bereich, emittiert, dadurch gekennzeichnet, dass der Luminophor ein mit zweiwertigem Europium aktiviertes Erdalkaliorthosilikat der Zusammensetzung:



wobei

$$0 \leq x < 1,6$$

$$0,005 < y < 0,5$$

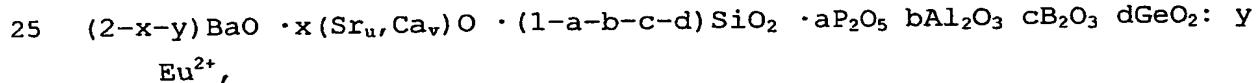
20  $x + y \leq 1,6$

$$0 \leq a, b, c, d < 0,5$$

$$u + v = 1$$

gilt,

und/oder ein Erdalkaliorthosilikat der Zusammensetzung:



wobei  $0,01 < x < 1,6$

$$0,005 < y < 0,5$$

$$0 \leq a, b, c, d < 0,5$$

30  $u + v = 1$

$$x \cdot u \geq 0,4$$

gilt, ist,

wobei vorzugsweise zumindest einer der Werte a, b, c und d größer als 0,01 ist.

- 15 -

2. Lichtquelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Luminophor ein Teil des Siliciums durch Gallium ersetzt ist.
3. Lichtquelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen zusätzlichen Luminophor aus der Gruppe der Erdalkalialuminate, aktiviert mit zweiwertigem Europium und/oder Mangan, und/oder einen weiteren zusätzlichen rotemittierenden Luminophor aus der Gruppe  $Y(V, P, Si)O_4 : Eu, Bi$ ,  $Y_2O_2S : Eu, Bi$  oder Erdalkali-Magnesium-disilikat :  $Eu^{2+}, Mn^{2+}$  der Formel  $Me_{(3-x-y)}MgSi_2O_8 : xEu, yMn$ , wobei  $0,005 < x < 0,5$  und  $0,005 < y < 0,5$  und  $Me = Ba$  und/oder  $Sr$  und/oder  $Ca$  gilt, und die Luminophore nicht gleichzeitig enthalten.
4. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass einwertige Ionen, insbesondere Halogenide und/oder Alkalimetalle, in das Luminophorgitter eingebaut sind.
5. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass deren erster Spektralbereich zwischen 300 und 500 nm liegt.
- 25 6. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass deren zweiter Spektralbereich zwischen 430 und 650 nm liegt.
7. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie weißes Licht mit Ra-Werten  $> 70$ , vorzugsweise  $> 72$ , ausstrahlt.
- 30 8. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sie zumindest zwei verschiedene Luminophore aufweist, wobei zumindest einer ein Erdalkalior-thosilikatleuchtstoff ist.

- 16 -

9. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere LED-Chips (1) auf einer Leiterplatte (2) innerhalb eines Reflektors (4) angeordnet sind und der Luminophor (6) in einer Lichtscheibe (5), die über dem Reflektor (4) angeordnet ist, dispergiert ist. (Fig. 7)
10. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere LED-Chips (1) auf einer Leiterplatte (2) innerhalb eines Reflektors (4) angeordnet sind und der Luminophor (6) auf dem Reflektor (4) aufgebracht ist. (Fig. 8)
11. Lichtquelle nach einem der Ansprüche Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Chips (1) mit einer transparenten Vergussmasse (3, 3'), die kuppelartige Form besitzt, vergossen sind.
12. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Luminophor in einer Vergussmasse (3) dispergiert ist, die eine Anordnung von LED-Chips (1) auf einer Leiterplatte (2) und eine Polymerlinse (7) möglichst ohne Gaseinschlüsse verbindet, wobei die Polymerlinse (7) und die Vergussmasse (3) Brechungsindizes aufweisen, die sich maximal um 0,1 unterscheiden. (Fig. 10)
13. Lichtquelle nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerlinse (7) eine kugel- bzw. ellipsoidförmige Ausnehmung aufweist, welche durch die Vergussmasse (3) ausgefüllt ist, sodass das LED-Array (1') in geringem Abstand zur Polymerlinse (7) befestigt ist. (Fig. 10)
14. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Luminophor in einer vorzugsweise anorganischen Matrix aufgeschlämmt ist.
- 30 15. Lichtquelle nach Anspruch 8 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Luminophore einzeln in Matrizen dispergiert sind, die in Lichtausbreitung hintereinander angeordnet sind.

- 17 -

16. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Körngröße  $d_{50}$  der Volumenverteilung zwischen 2  $\mu\text{m}$  und 20  $\mu\text{m}$  liegt.

1/4

Fig. 1

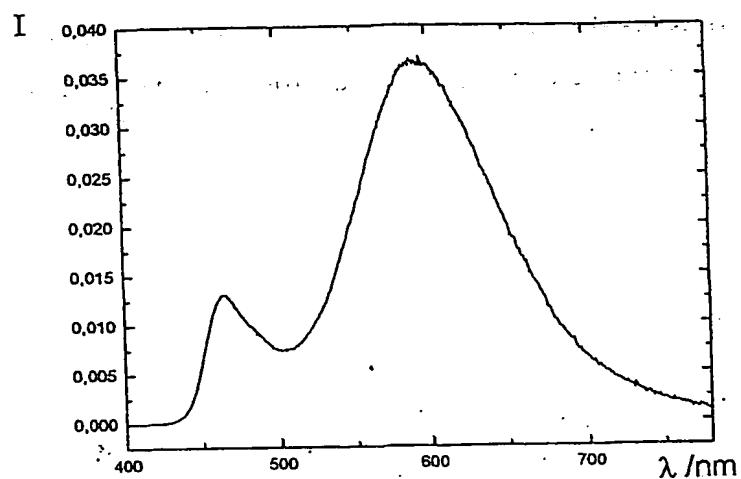


Fig. 2

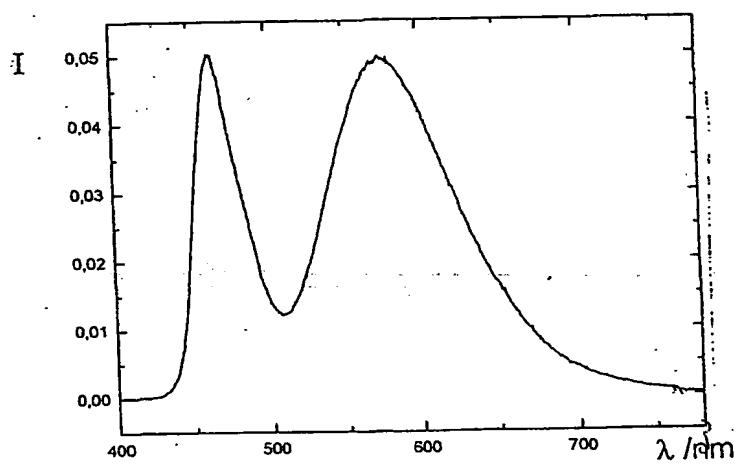


Fig. 3

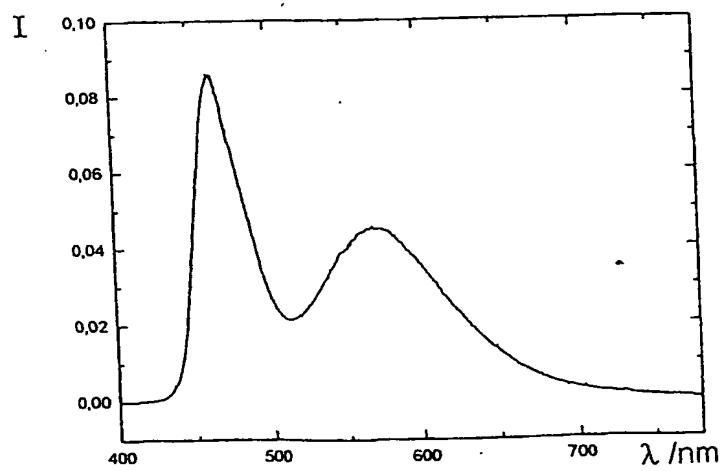


Fig. 4

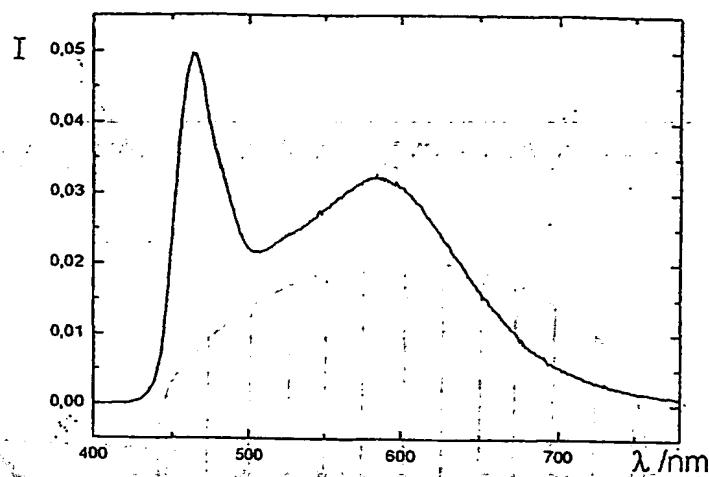


Fig. 5

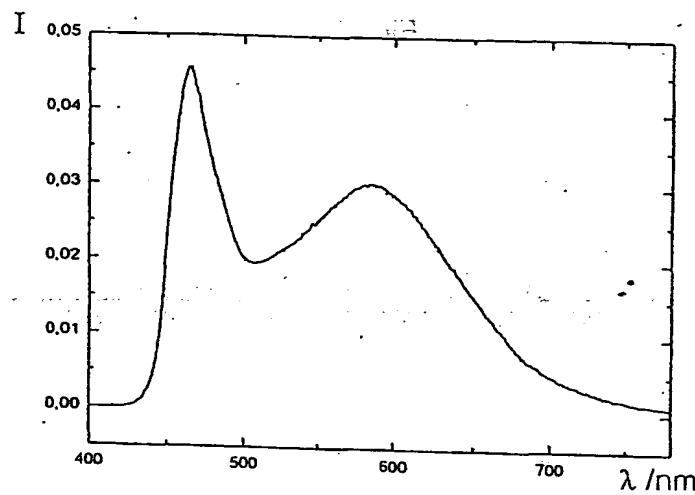
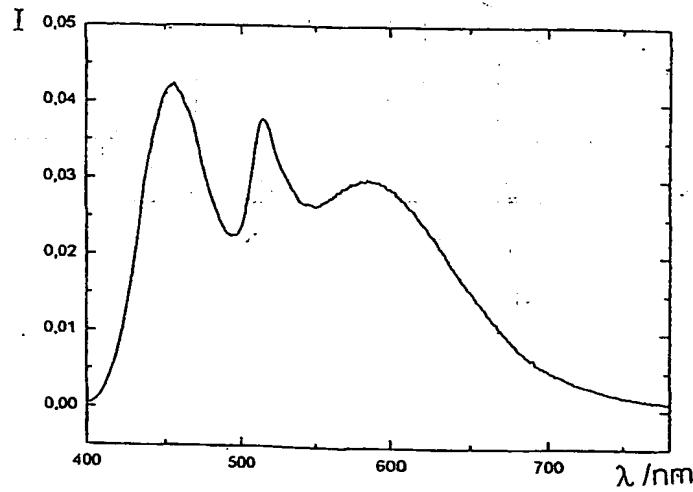


Fig. 6



3/4

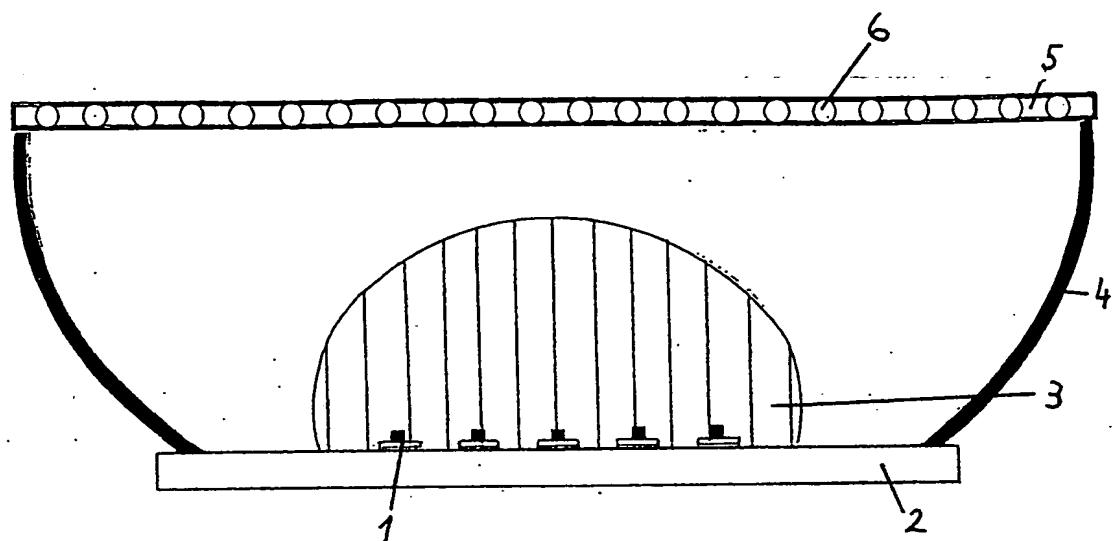


Fig. 7

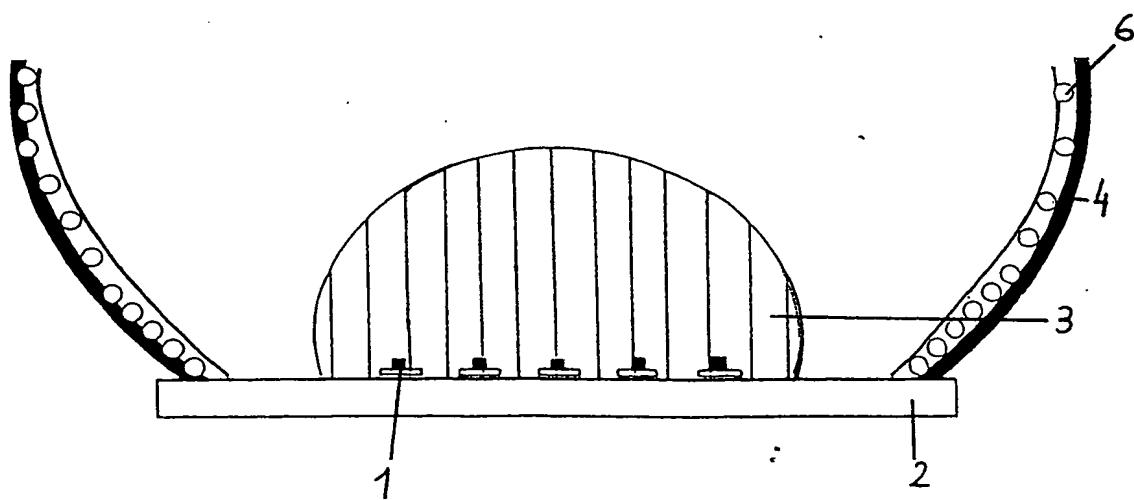


Fig. 8

4 / 4

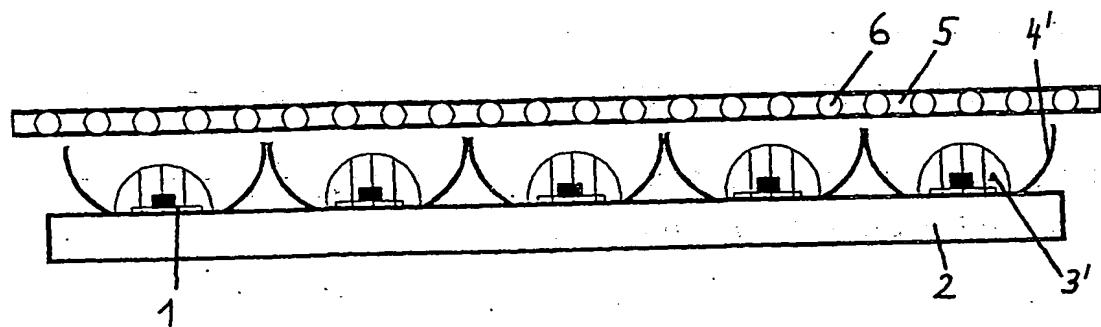


Fig. 9

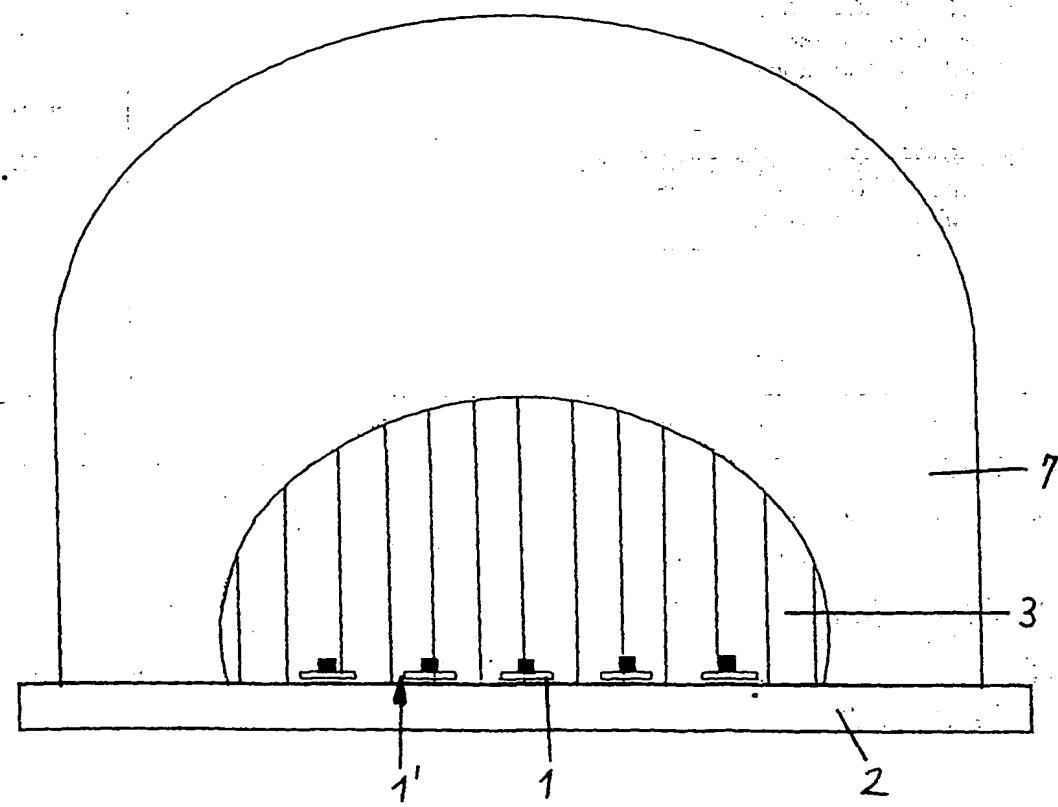


Fig. 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
**IPC 7 H01L33/00**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
**IPC 7 H01L**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**EPO-Internal, WPI Data, IBM-TDB, COMPENDEX**

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	POORT S H M ET AL: "Optical properties of Eu-activated orthosilicates and orthophosphates" JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. 260, no. 1, 12 September 1997 (1997-09-12), pages 93-97, XP004116136 ISSN: 0925-8388 cited in the application table 1	1-8
Y	WO 00 33390 A (GEN ELECTRIC) 8 June 2000 (2000-06-08) the whole document	9-16
Y	—	9-16
	—/—	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 February 2002

Date of mailing of the international search report

27/02/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Werner, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

tion No

PCT/AT U1/0364

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 00 33389 A (GEN ELECTRIC) 8 June 2000 (2000-06-08) cited in the application abstract	
A	US 6 084 250 A (JUETEL THOMAS ET AL) 4 July 2000 (2000-07-04) abstract	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No

PCT/AT 01/00364

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 0033390	A	08-06-2000	US 6252254 B1 AU 2033900 A CN 1289456 T EP 1051759 A1 WO 0033390 A1		26-06-2001 19-06-2000 28-03-2001 15-11-2000 08-06-2000
WO 0033389	A	08-06-2000	AU 2033800 A CN 1289455 T EP 1051758 A1 WO 0033389 A1		19-06-2000 28-03-2001 15-11-2000 08-06-2000
US 6084250	A	04-07-2000	DE 19756360 A1 DE 19802046 A1 EP 0907970 A1 EP 0907971 A1 WO 9839805 A1 WO 9839806 A1 JP 2000509912 T JP 2000511586 T US 6051925 A		10-09-1998 17-09-1998 14-04-1999 14-04-1999 11-09-1998 11-09-1998 02-08-2000 05-09-2000 18-04-2000

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In	Aktenzeichen
PCT/AT 01/00364	

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L33/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
--------------------------

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen:

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, IBM-TDB, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN
---

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	POORT S H M ET AL: "Optical properties of Eu-activated orthosilicates and orthophosphates" JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, Bd. 260, Nr. 1, 12. September 1997 (1997-09-12), Seiten 93-97, XP004116136 ISSN: 0925-8388 in der Anmeldung erwähnt Tabelle 1	1-8
Y	WO 00 33390 A (GEN ELECTRIC) 8. Juni 2000 (2000-06-08) das ganze Dokument	9-16
Y	---	9-16
	-/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationales Recherchenberichts

20. Februar 2002

27/02/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Werner, A

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inventar-Nr. Aktenzeichen

PCT/AT 01/00364

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 00 33389 A (GEN ELECTRIC) 8. Juni 2000 (2000-06-08) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	
A	US 6 084 250 A (JUESTEL THOMAS ET AL) 4. Juli 2000 (2000-07-04) Zusammenfassung	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

I	Aktenzeichen
	PCT/AT 01/00364

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 0033390	A	08-06-2000	US	6252254 B1		26-06-2001
			AU	2033900 A		19-06-2000
			CN	1289456 T		28-03-2001
			EP	1051759 A1		15-11-2000
			WO	0033390 A1		08-06-2000
WO 0033389	A	08-06-2000	AU	2033800 A		19-06-2000
			CN	1289455 T		28-03-2001
			EP	1051758 A1		15-11-2000
			WO	0033389 A1		08-06-2000
US 6084250	A	04-07-2000	DE	19756360 A1		10-09-1998
			DE	19802046 A1		17-09-1998
			EP	0907970 A1		14-04-1999
			EP	0907971 A1		14-04-1999
			WO	9839805 A1		11-09-1998
			WO	9839806 A1		11-09-1998
			JP	2000509912 T		02-08-2000
			JP	2000511586 T		05-09-2000
			US	6051925 A		18-04-2000